

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 55-030536

(43)Date of publication of application : 04.03.1980

(51)Int.Cl.

F16C 3/02

(21)Application number : 53-102904

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.08.1978

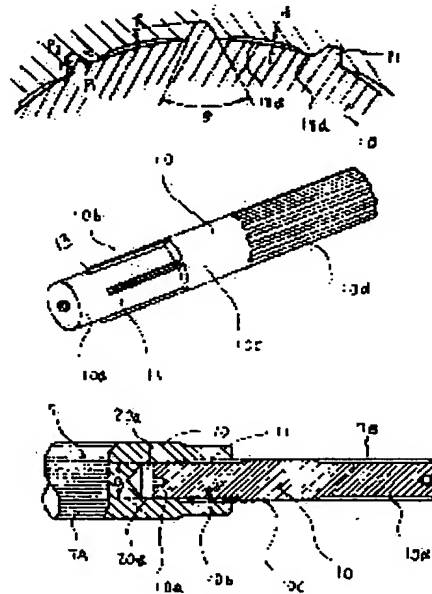
(72)Inventor : KANAMARU NAONOBU
TATSUMI SHIGEO
SHOJI AKIRA
OKABE MOEO

(54) ROTARY SHAFT OF PLURAL METAL SHAFT SUBSTANCES AND PREPARATION

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a mechanically strong coupling, by means of coupling a first metal shaft substance, with a plurality of protrusions constructed, and a second metal shaft substance, to which said first metal shaft substance is made a plastic press- insertion, in the method of tension of close contact part near the protruding part and of the protruding part.

CONSTITUTION: On a protruding part 10b of a solid press-in shaft 10 made of steel, are constructed a plurality of protrusions 11 longitudinally extending intermittently, with its inlet part providing a sloped plane 13. And a shaft 20, a pressed-in shaft, is made of soft steel, with its part providing a hole 20a for the protrusion 10b to be pressed in, and a reference circle of wall part 20b is made the same as that of the protrusion 11 of the shaft 10. With the shaft 10 pressed into the shaft 20, the protrusion 11 is smoothly contacted to be closely attached to the wall part 20b by the sloped plane 13, and further intruded into the shaft 20, which is made a plastic deformation. As a result, a gap \square is constructed between the shaft 10 and 20, with a close contact made only in the protrusion 11 and its vicinity.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭55—30536

⑤ Int. Cl.³
F 16 C 3/02

識別記号

庁内整理番号
6747—3 J

④ 公開 昭和55年(1980)3月4日

発明の数 2
審査請求 未請求

(全 12 頁)

⑭ 複数の金属軸部材からなる回転軸とその製造方法

① 特 願 昭53—102904

② 出 願 昭53(1978)8月25日

⑦ 発 明 者 金丸尚信

勝田市大字高場2520番地株式会
社日立製作所佐和工場内

⑧ 発 明 者 立見栄男

勝田市大字高場2520番地株式会
社日立製作所佐和工場内

⑥ 発 明 者 東海林昭

勝田市大字高場2520番地株式会
社日立製作所佐和工場内

⑦ 発 明 者 岡部萌生

勝田市大字高場2520番地株式会
社日立製作所佐和工場内

⑨ 出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内1丁目5
番1号

⑩ 代 理 人 弁理士 高橋明夫

明 細 書

発明の名称 複数の金属軸部材からなる回転軸
とその製造方法

特許請求の範囲

1. 基準円より突出し長手方向に延びる間けつ的な突起部を形成した第1金属軸部材と、第1金属軸部材より変形抵抗が小さい材料からなり、端部に第1金属軸部材の突起部係合用凹部を有し、かつ第1金属軸部材を塑性圧入して、第1金属軸部材の突起部とその近傍部のみ密着する第2金属軸部材とを備え、密着部分で生ずる緊迫力と第1金属軸部材の突起部の剪断力とにより第1金属軸部材と第2金属軸部材とを結合するようにしたことを特徴とする複数の金属軸部材からなる回転軸。
2. 特許請求の範囲第1項記載のものにおいて、第1金属軸部材の突起部の諸元を突起数 n は $(\frac{2}{3} \sim 1\frac{1}{3})D$ (ここで D は第1金属軸部材の直径 (単位 mm) ; 突起数 n は整数とする)、突起角度 θ は $40 \sim 70^\circ$ 、突起高さ h は 0.15

~ 0.55 mm および突起元長さ s は $(1.3 \sim 3)$ h としたことを特徴とする複数の金属軸部材からなる回転軸。

3. 特許請求の範囲第1項記載のものにおいて、第1金属軸部材の材料を鋼とし、第2金属軸部材の材料をアルミニウム、黄銅、銅、軟鋼などである複数の金属軸部材からなる回転軸。
4. 特許請求の範囲第2項記載のものにおいて、第1金属軸部材の突起部の入口部を傾斜平面とし、傾斜角度を $15 \sim 45^\circ$ としたことを特徴とする複数の金属軸部材からなる回転軸。
5. 特許請求の範囲第2項記載のものにおいて、第2金属軸部材の基準円と第1金属軸部材の基準円との間隙は $0 \sim 0.1$ mm の大きさである複数の金属軸部材からなる回転軸。
6. 外周に基準円を有する第1金属軸部材と、第1金属軸部材の基準円と同一またはそれ以上の大きさの基準円を内壁に有する第2金属軸部材とを備え、第1金属軸部材と第2金属軸部材とは変形抵抗の異なる材料を選定し、第1金属軸

特開昭55-30536(2)

部材と第2金属軸部材とを結合する方法において、変形抵抗の大きい一方の金属軸部材にその基準円より突出し長手方向に延びる間けつ的な突起部を形成し、この金属軸部材の突起部を他方の金属軸部材の端部に設けた凹部に圧入し塑性変形させ、突起部とその近傍部のみ密着させ、密着部分で生ずる緊迫力と突起部の剪断力とにより第1金属軸部材と第2金属軸部材とを結合するようにしたことを特徴とする複数の金属軸部材からなる回転軸の製造方法。

7. 特許請求の範囲第5項記載のものにおいて、第1金属軸部材の突起部の諸元を、突起数 n は $(\frac{2}{3} \sim 1\frac{1}{3})D$ （ここで D は第1金属軸部材の直径（単位： mm ）；突起数 n は整数とする）、突起角度 θ は $40 \sim 70^\circ$ 、突起高さ h は $0.15 \sim 0.55\text{mm}$ および突起元長さ s は $(1.3 \sim 3)h$ としたことを特徴とする複数の金属軸部材からなる回転軸の製造方法。
8. 特許請求の範囲第7項記載のものにおいて、第1金属軸部材の材料を鋼とし、第2金属軸部材

材の材料をアルミニウム、黄銅、軟鋼などである複数の金属軸部材からなる回転軸の製造方法。

9. 特許請求の範囲第7項記載のものにおいて、第1金属軸部材の突起部の入口部を傾斜平面とし、傾斜角度を $15 \sim 45^\circ$ としたことを特徴とする複数の金属軸部材からなる回転軸の製造方法。

10. 特許請求の範囲第7項記載のものにおいて、第2金属軸部材の基準円と第1金属軸部材の基準円との間隙は $0 \sim 0.1\text{mm}$ の大きさである複数の金属軸部材からなる回転軸の製造方法。

発明の詳細な説明

本発明は複数の金属軸部材からなる回転軸およびその製造方法に係り、特に金属製の軸部材同志を塑性圧入して結合するに好適な複数の金属軸部材からなる回転軸およびその製造方法に関するものである。

一般に軸の部分部分での要求される作用に応じて、硬度の異なる材料によつて構成した軸部分または部分的に機械的に処理した軸部分を用いて、

一個の回転軸を構成することは、機械的な性能および製作性の向上の面からも望ましい。また、特に長大軸の場合は、複数の軸部分を結合して一個の回転軸を製作できれば、その効果は大きい。

しかしながら複数の軸部分を結合した回転軸として、その結合部分で要求される回転トルク（伝達トルク）を簡単に得るのが困難なため、複数の軸部分で構成した回転軸はいまだに実用化されていない。

また端部に外周にギヤを有するギヤ部と、このギヤ部に結合したギヤ部より軸径の小なる回転軸主部との間に、回転軸主部よりさらに軸径の小なる段部を設け、この段部にベアリング軸受部をコンパクトに収納しうる一個の軸から構成を有する回転軸は、多数の工程とする等の理由のため、実用上製作されていないのが実情である。

本発明の目的は、複数の金属軸部材を用いて回転軸を構成するものにおいて、金属軸部材同志の結合部分が高い回転トルクで機械的に強固な結合が得られる複数の金属軸部材からなる回転軸とそ

の製造方法を提供することにある。

本発明の特徴とするところは、基準円より突出し長手方向に延びる間けつ的な突起部を形成した第1金属軸部材と、第1金属軸部材より変形抵抗が小さい材料からなり、端部に第1金属軸部材の突起係合用凹部を有し、かつ第1金属軸部材に塑性圧入されて、第1金属軸部材の突起部とその近傍部のみ密着する第2金属軸部材を備え、緊迫力と剪断力とにより第1金属軸部材と第2金属軸部材とを結合するようにした複数の金属軸部材からなる回転軸およびその製造方法にある。

本発明の一実施例を図面に基いて説明する。第1図は、本発明の回転軸を適用したディーゼルエンジン車に搭載される真空ポンプ直結の車両用発電機を示したものである。

ロータ1は、回転軸7の交流発電機部7A上に取り付けられ、磁極1a、巻線1bおよびスリップリング1cからなり、ロータ磁極を構成している。ロータ1の外周にはステータ2が配置され、アマチュア鉄心2aと巻線2bから構成され、整

流器8を介して交流出力を取り出している。

ロータ1およびステータ2を取りかこんで、2個のブラケット3,4が配置されている。ブラケット3はブリー側に、ブラケット4は反ブリー側に配置されている。回転軸7に固定されたブリー5は、ベルト(図示せず)によつて駆動される。

回転軸7の真空ポンプ駆動部7B上には、真空ポンプ6が配置されている。この真空ポンプ6は回転軸7により直結駆動され、ブリー5でエンジンクランク軸とベルトを介して連結している。

真空ポンプ6は、ベーン6a、ポンプロータ6bからなるベーン形の偏心ポンプである。この真空ポンプ6は、給油口6cから給油され、吸込口6dから空気を吸込み、油と空気を吐出口6eから吐出す作用を行う。

またロータ1のスリップリング1c上には、ブラシ16が、回転軸7のロータ1と真空ポンプ6との間にはオイルシール17がそれぞれ配置されている。

本発明の特徴である回転軸7の構造について以

特開昭55-30536(3)

下詳述する。回転軸7はロータ1に圧入固定され、軸方向に長く延びており、交流発電機部7Aとセレーション部10dを有する真空ポンプ駆動部7Bとから構成されている。

そして回転軸7は、第3図に示すように、交流発電機部7Aを構成する軸20および真空ポンプ駆動部7Bを構成する軸10、すなわち圧入軸10および被圧入軸20の2個の軸から形成されている。

ここで、中央の円筒形をした圧入軸である軸10は、鋼製の材質からなり、押出成形により工程で形成されている。この軸10は、第1円筒部10a、複数の突起部10b、第2円筒部10cおよびセレーション部10dとから構成されている。そして、オイルシール17が摺動する第2円筒部10cは高周波焼入れを加えられている。第1円筒部10aの直径は8mm、第2円筒部10cの直径は、第1円筒部10aの直径よりわずかに大きい8.4mmである。

ここで突起部10bについて詳細に説明する。

第6図および第7図に示すように、その突起11は第1円筒部10aの外周部より突出して形成される。この場合、突起部10bの突起11は、第1円筒部10aの外周部(円形断面)と同一直径の円筒部上に設けられている。この突起11が突出して設けられる第1円筒部10aの外周部の円を突起11の基準円あるいは単に軸10の基準円と称することとする。

この突起11は、軸10上に長手方向に直線状に延びかつ平行に等しい間隔をおいて突起数 $n=8$ 個設けられている。この突起11の諸元は、圧入長さである長手方向の長さ $l=12\text{mm}$ 、突起高さ $h=0.2\text{mm}$ 、突起元長さ $s=0.4\text{mm}$ および突起角度 $\theta=60^\circ$ である。

突起11の断面形状は、左右対称形であり、その頂部12は円弧状をなしている。また突起11の入口部は、角度 $r=30^\circ$ の傾斜平面13を形成している。

突起11は、両側面に平面14,15を形成している。また第2円筒部10cと突起11の終端

部とは連続している。突起11の終端部の相隣る突起11間には、第2円筒部10cの先端にある傾斜平面が形成されている。

このように突起部10bについていえば、基準円の直径としては8mmを採用し、かつ突起高さ $h=0.2\text{mm}$ とし、その頂部12は第2円筒部10cの高さ(直径8.4mm)と同一面上に位置させている。

また、軸10が圧入される被圧入軸である軸20は、その端部に軸10の突起部10bを圧入する孔20aを設けている。軸20の外周部の直径 D_1 は12mmであり、さらに軸20の孔20aが形成している壁部20bの直径 D_2 は、8mmを有しており、軸10の第1円筒部10aの直径と同一である。

ここで、軸20の孔20aの壁部20bの直径 D_2 を軸20の基準円と称する。この場合、軸20の基準円は、軸10の突起11の基準円と同一の大きさの構成である。

軸20の材質は軟鋼であり、軸10の材質に比

較して変形抵抗の小さい（軟かい）ものを選定している。

つぎに上記のような構成を有する軸10と軸20の結合プロセスについて説明する。

まず軸20を軸20が左右方向および下方向に移動しないような軸載置台に挿入定置する。

一方、軸10は、油圧シリンダ装置の爪でつかまれている。この軸10と載置台の軸20とは上下方向に中心を合わせてセットされている。

そして、軸10は油圧シリンダ装置により圧入力約300〜400Kgで下方へ移動させられる。まず、軸10の第1円筒部10aが軸20の孔20aに挿入される。このとき、軸10の第1円筒部10aと軸20の孔20aの壁部20bとは接触する状態は生じない。

ついで、軸10の突起11の入口部が軸20内に挿入される。ここで突起11の傾斜平面13がその機能を発揮する。すなわち傾斜角度 α は30°に形成されているため、引き続いて挿入される後続の突起11がスムーズに軸20の孔20aの壁

特開昭55-30536(4)

部20bと接触、密着することができる。この突起11の入口部の傾斜平面13のスムーズなガイド作用と、軸10と軸20との基準円が同一であることがあいまって、軸10と軸20との求芯精度は高い。

さらに軸10の突起11の入口部の途中から、軸10は軸20と接触を開始する。そして、軸10の下方への移動に従い、軸10の突起11の入口部が、変形抵抗の小さい材料から形成された軸20に食い込む。ついで軸10の突起11の頂部が軸20に接触し、以後軸10の突起11が軸20に食い込む。

軸10の突起11により、軸20の加圧されて外方に押し出される部分は、軸10の突起11の周辺の材料が流出しながら塑性変形を受ける。このように軸10は、軸20を塑性変形させ、軸10の突起11およびその周辺は軸20と密着しながら軸20に圧入されてゆく。

このとき、軸20の軸10の相隣る突起11間の材料は、軸20の基準円から径が大きくなる方

向に、いかにいけば軸10の突起11の基準円よりも外方に、盛り上げられる。この結果生ずる軸10と軸20との間の間隙 δ は、約0.02mmであった。

なお、これらの一連の結合プロセスに要する時間は、軸10と軸20とがセットされたのち、約1秒で結合作業は完了する。

上記結合プロセスを経て、第3図および第4図に示すような軸10と軸20との金属の結合構造体である回転軸7が完成する。軸10と軸20との緊密な結合状態について検討を加えて見る。結合部周辺の状態を示す第8図の50倍拡大写真および第9図の100倍拡大写真に現われているように、軸10と軸20とは特徴のある結合状態を現出している。

すなわち、軸10と軸20の壁部20bとは、軸10の突起11は傾斜平面13を除く、頂部12、側面14および側面15の部分では勿論、突起11の周辺の基準円部分18aとて緊密に密着している。そして、軸10と軸20とは相隣る

突起11の中間に存在する基準円部分18b上の一部で離間し、接触していない。

この結合状態をさらに第10図で説明すると、軸10と軸20とは、軸10と突起11を含む周辺部は完全に密着状態を示しているが、相隣る突起11間の中間部では軸10の基準円部分18bと軸20との間は離間している。

この軸10と軸20の離間距離 δ は約0.02mm、また軸10の突起11の頂部12と軸20との距離 η は約0.2mmである。

このような結合構造体である回転軸7の結合部周辺の特異な結合状態は、軸10が軸20に比較して変形抵抗が大きい（硬い）ため軸20に圧入しても外観形状は変化しないに対し、変形抵抗の小さい（軟かい）軸20が塑性変形を受ける結果生じたものといえる。

そして、上記した結合構造体である回転軸7において、第10図に示すように、軸10の突起11周辺で軸10と密着した軸20の密着部分の内部には緊迫力 P_1 が作用している。この緊迫力

P_1 は、軸10の突起11の頂部12、側面14、側面15および軸10の基準円で軸20と接触している部分18aを強固に押し拡げている。

また軸10の突起11の頂部12、側面14および側面15と密着する軸20との間では、軸10の突起11の材料の剪断強度と剪断面積の積の値となるきわめて大きな値の剪断力 P_2 が生じている。

このように、この実施例では軸の状態で一体化した上で、この回転軸に諸部品を組込んでディーゼルエンジン用交流発電機を構成する。

本発明の上記一実施例によれば次のような効果を有する。

- (1) 基準円より突出し反手方向に延びる間接的な8個の突起11を形成した軸10を、軸10の基準円と同じ大きさの孔20aを有する軸20に圧入し、軸20を塑性変形させて軸10と軸20との機械的に強固な結合構造体である回転軸7が得られた。

このように、本発明によれば43Kg・mと例

回転軸7が得られた。

- (4) 軸10の突起11の傾斜平面13の傾斜角度 r は30°に形成されているので、後続の突起11がスムーズに軸20の孔20aの壁部20bと接触、密着させることができた。
- また軸10と軸20との求芯精度を高めることができた。この求芯精度が高められたので、軸10と軸20との間のがたつきがなく、ひいては耐久性を大きな回転軸7が得られた。
- (5) 軸10の基準円と軸20の基準円が同一であり、またこの基準円の精度も高いため、基準円同志で求芯精度が高く維持されるので、軸10と軸20との求芯精度が高い結合構造体である回転軸7が得られた。
- (6) 軸10は、軸20より変形抵抗の大きな(硬い)材料であるため、加圧、塑性流動によつて、軸10が歪むことなく、高精度が維持される。
- (7) 軸10と軸20との結合構造体である回転軸7は、前述した基準円を両者に設けたことにより、軸の曲がりや生ぜず、かつ組付精度を向上

特開昭55-30536(5)

例えばローレット圧入方法の3倍以上の高い回転トルクを有する回転軸7が得られ、この回転トルクは、はめあい結合によつて得られる回転トルクと同等またはこれを越える値である。

- (2) 軸10と軸20とは、軸10の突起11の頂部12、側面14、側面15および軸10の基準円上で軸20と密着している部分18aで、軸20の密着部分の内部に緊迫力 P_1 が作用し、軸10の密着部分を強固に押し拡げているので、所要の緊迫力 P_1 を付加できたため、軸10と軸20との間に機械的に安定した強固な結合力を有する結合構造体である回転軸7が得られた。
- (3) 軸10の突起11の頂部12、側面14および側面15と軸20との密着部分の間で、軸10の突起11の材料の剪断応力と剪断面積と積の値となるきわめて大きな値の剪断力 P_2 が生じ、軸10と軸20との間に機械的に安定した強固な結合力を有する結合構造体である回転軸7が得られ、またねじり作用がある場合にも大きなねじり力が生まれる結合構造体である回

することができた。

- (8) 第1円筒部10a、突起部10b、第2円筒部10cおよびセレーション部10dとから構成される軸10は、塑性加工の一工程で仕上げられるので、材料の歩留りもよく、生産性も向上した。
- (9) オイルシール17が摺動する軸10の第2円筒部10cの部分に高周波焼入れを加えているが、軸10の軸長が短いため、焼入れによる曲げはほとんど生じない。

- (10) 回転軸7は、軸20と軸10の2個の軸の結合により構成したので、材料の歩留り、生産性が高いものが得られた。

つぎに、軸と軸との塑性変形による圧入結合について、最適の回転軸および結合方法を見出すために、発明者等は軸部材の関連およびこれらの最適な諸元に関し、種々の角度から検討した。この検討結果について以下説明する。

まず供試材料について述べる。第11図および第12図に示すように、圧入部材である軸Aとし

て材質が銅のものを用いた。また被圧入部材である軸Bは材質が軟鋼のものを用いた。

軸Aには、直径 d の基準円上に突起Pを n 個等間隔に間けつ的に設けている。突起Pの諸元は、第12図に示すように、圧入長さ l 、突起高さを h 、突起角度を θ 、突起元長さを s で表わす。また第11図に示すように、軸Bの外径を D 、内径を D_1 とする。

まず、軸Aの突起Pの突起角度 θ の大きさが及ぼす影響について検討した。

すなわち、軸Aを軸Bに圧入結合するのに必要な圧入力 P の大きさおよび軸Aと軸Bとの結合構造体である回転軸が有する回転トルク(伝達トルク) T の大きさに関する実験結果は第13図に示すものであつた。

この場合、軸Aの基準円直径 d 、 $=8\text{mm}$ 、円板Bの外径 D 、 $=12\text{mm}$ 、内径 D_1 、 $=8\text{mm}$ のものを選択した。突起Pの諸元は、突起数 $n=8$ 、圧入長さ l 、 $=12\text{mm}$ 、突起高さ h 、 $=0.2\text{mm}$ および突起元長さ s 、 $=0.4\text{mm}$ のものを採用した。

この実験結果では、突起Pの突起数 $n=16$ 以上のときは軸Aが破損または変形したために回転トルク T は一定になり、使用に供し得ないものとなつた。

そして、この実験結果より、得られる回転トルク T の大きさから考慮すると、突起Pの突起数 $n=8\sim16$ (ただし整数)が適当な数値範囲であることが判明した。なお、この場合、突起Pの突起数 n と軸Aの基準円直径 d 、(単位: mm)の比で検討すると、 $\frac{2}{3}\sim1\frac{1}{3}$ の範囲が好ましい。

また、軸Aの基準円上に設ける突起Pの突起高さ h の大きさが及ぼす影響について検討を加えた。

第15図において、曲線 X_1 は突起高さ h に応じた軸Aと軸Bとの結合構造体である回転軸が有する回転トルク T の大きさを示している。

この場合、軸Aの基準円直径 d 、 $=8\text{mm}$ 、軸Bの外径 D 、 $=12\text{mm}$ 、内径 D_1 、 $=8\text{mm}$ のものを選択した。また、突起Pの諸元は、突起数 $n=8$ 、圧入長さ l 、 $=12\text{mm}$ 、突起角度 θ 、 $=60^\circ$ とし

特開昭55-30536(6)

第13図において、突起Pの突起角度 θ の大きさの変化割合に対して、曲線 X_1 は回転トルク T の大きさを、曲線 X_2 は圧入力 P の大きさをそれぞれ示している。

この実験結果より、軸Aの基準円上に設ける突起Pの突起角度 θ としては、約 $40\sim70^\circ$ の範囲が好ましいことが判明した。

さらに、軸Aに設ける突起Pの突起数 n の及ぼす影響について実験した。

第14図は、軸Aの突起Pの突起数 n による軸Aと軸Bとの結合構造体である回転軸が有する回転トルク T の大きさを示している。

すなわち、第14図において、曲線 X_1 は回転トルク T の大きさを表わしている。

この場合、軸Aの基準円直径 d 、 $=8\text{mm}$ 、軸Bの外径 D 、 $=12\text{mm}$ 、内径 D_1 、 $=8\text{mm}$ のものを選択した。また突起Pの諸元は、圧入長さ l 、 $=12\text{mm}$ 、突起高さ h 、 $=0.2\text{mm}$ 、突起角度 θ 、 $=60^\circ$ および突起元長さ s 、 $=0.4\text{mm}$ のものを採用した。

突起元長さ s については $s=1.5h$ と突起高さ h のパラメータとしたものを採用した。

この実験結果によれば、突起Pの突起高さ h は 0.55mm 以上の大きさでは、軸Aが破損または変形が生じて実用に供し得ないことが判明した。

そして、この実験結果より、得られる回転トルク T の大きさから考えると、突起高さ h としては $h=0.15\sim0.55\text{mm}$ の範囲が好ましいことが判明した。

また、第14図に示すように、突起Pの突起高さ h は回転トルク T の大きさに多大な影響を及ぼすことが判明した。そして、必要とする回転トルク T に応じて、突起Pの突起高さ h を決定することができる。

なお、突起Pの突起高さ h が 0.55mm のとき、軸Aと軸Bとの離間距離 δ は約 0.04mm であつた。

また以上の結果より考えると、突起Pの突起元長さ s は、突起高さ h の $1.3\sim3$ 倍の範囲が好ましい。

以上の検討結果を総合してみると、最適の結合

構造体としての回転軸は、次のようなものを選定するのが良い。

すなわち、変形抵抗の大きい軸部材に設ける突起の緒元は、突起数については、得られる回転トルクの大きさから考えると、8～16個が適当な範囲で、変形抵抗の大きい軸部材の基準円直径（単位：mm）の比で見ると $\frac{2}{3} \sim 1\frac{1}{3}$ の範囲がよい。

また、軸部材の突起の突起角度は、得られる回転トルクおよび圧入力大きさから考えると、約40°～70°の範囲が好ましい。

また突起高さは、回転トルクの大きさから考えると、0.15～0.55mmの範囲が好ましく、この突起高さは得られる回転トルクの大きさに大きく影響を及ぼすことも判明した。

また突起の突起元長さは、突起高さの1.3～3倍の範囲が好ましい。

また、突起部を形成する軸部材の基準円と、塑性変形を受ける軸部材との基準円の大きさについて検討したところ、後者の軸部材の基準円は前者の軸部材の基準円と同一か、あるいはわずかに大

変形を受ける第2軸部材との関連について、実施例では第1軸部材の方に突起部を外方に突出した例について述べた。

しかしながら、第1軸部材の孔の壁部に内方に突出して延びる複数個の突起部を形成させ、この第1軸部材に、例えば断面が円形である第2軸部材を用いて結合してもよいのは勿論である。

この場合、第1軸部材の材料は、第2軸部材の材料より変形抵抗の大きいものを採用する必要がある。突起の大きさ、数および第1金属部材、第2金属部材の基準円の選定については、上述した実施例を参照して適宜決定すればよい。

本発明の他の実施例を図面に基いて説明する。第16図は本発明の回転軸を、200～300Wの汎用インダクションモータの回転軸として適用したものである。

図において、モータ40本体に組込まれたロータ41は回転軸30に取りつけられ、ロータ41の外周にはステータ42が配置されている。ロータ41およびステータ42を取りかこんで、

特開昭55-30536(7)

きい基準円にする必要がある。

実験によれば、後者の軸部材の基準円と突起部を有する前者の軸部材の基準円との間隙は0～0.1mmの大きさが好ましいことが判明した。

さらに、突起部を有する軸部材の突起の入口部を傾斜平面とし、その傾斜角度を約15°～45°にすると、被圧入軸部材にスムーズに挿入することができる。

本発明では、突起部を形成する第1軸部材の材料が、塑性変形を受ける第2軸部材の材料より硬いことおよび剛性の大きいことが条件となる。なぜなら、第2軸部材が加圧され、塑性流動する間、第1軸部材は変形することなく、十分に堅固でなくてはならないからである。

言葉を変えれば、第2軸部材は第1軸部材より変形抵抗の小さい（軟かい）材料であることが条件となる。例えば、第1軸部材が鋼材である場合、第2軸部材は、アルミニウム、黄銅、銅、軟鋼などを使用するのが好ましい。

さらに、突起部を形成した第1軸部材と、塑性

ブラケット43、44および円筒形のハウジング45が設けられている。モータ本体40はベース46上に載置され、かつ回転軸30は両側に設けられたベアリング47、48で軸受けされている。

ここで、回転軸30は、ロータ41に圧入固定された軸60と、この軸60の端部に設けられた60aに圧入結合する。軸50との2個の軸60、50とから構成されている。

軸60よりも変形抵抗の大きい材料で形成された軸50は、第17図に示すように、第1円筒部50a、突起部50b、第2円筒部50c、第3円筒部50dおよびねじ部50eとから構成されている。そして突起部50bは、複紋個の突起51から成っている。

ここで軸50の突起51を形成する基準円の直径は8mmで、基準円上に突起51が8個設けられている。突起51の緒元は、圧入長さ $l = 12\text{mm}$ 、突起高さ $h = 0.2\text{mm}$ 、突起元長さ $s = 0.4\text{mm}$ および突起角度 $\theta = 60^\circ$ である。

また軸60の外径 $D = 12\text{mm}$ 、および軸60

の孔60aの直径 $D_1 = 8\text{ mm}$ である。

この場合、変形抵抗の大きい材料よりなる軸50を変形抵抗の小さい材料よりなる軸60の孔60aに、軸60を塑性変形させて圧入したものである。

従つて、この実施例でも、軸50と軸60との密着部分には緊迫力を剪断力が作用し、大きな回転トルクのもとに機械的に安定した強固な結合構造体である回転軸30が得られる。

さらに本発明の他の実施例を第18図に基づいて説明する。ここで回転軸70は、軸90(直径 16 mm)と、この軸90の端部に設けた孔90a(直径 8 mm)に圧入結合する軸80(直径 20 mm)との2個の直径の異なる2個の軸90、80とから構成されている。

さらに軸80は、突起81を設けている。この突起81は、軸80上に長手方向に直線状に延びかつ平行に等しい間隔を置いて、基準円(直径 8 mm)上に突起数 $n = 8$ 個設けられている。この突起11の諸元は、圧入長さ $l = 12\text{ mm}$ 、突起高さ

特開昭55-30536(8)

$h = 0.2\text{ mm}$ 、突起元長さ $s = 0.4\text{ mm}$ および突起角度 $\theta = 60^\circ$ である。

さらに軸80と軸90との間には、幅 8 mm のベアリング軸受部82が、軸80と軸90とで形成された段部に収納されている。

この場合、変形抵抗の大きい材料からなる軸80を変形抵抗の小さい材料よりなる軸90の孔90aに、軸90を塑性変形させて圧入したものである。

従つて、この実施例でも、軸80と軸90との密着部分には緊迫力と剪断力が作用し、大きな回転トルクのもとに機械的に安定した強固な結合構造体である回転軸70が得られた。

さらに、直径がそれぞれ異なる軸80と軸90およびベアリング軸受部82を段部に収納する構成の回転軸70は、従来技術では到底得ることができないもので、このような直径の変化の大きい回転軸70を実現できるのも本発明の上記実施例の大きな効果である。

なお、本発明の実施例では2個の金属軸同志を

結合して回転軸を構成しているが、3個以上の金属軸をそれぞれ結合して、回転軸を構成することもできる。

また、被圧入部材の係合用凹部については有底孔について述べたが、場合により貫通孔でもよいのは勿論である。

以上のように本発明によれば、基準円より突出し長手方向に延びる間欠的な突起部を形成した第1金属軸部材と、第1金属軸部材より変形抵抗が小さい材料とからなり、端部に第1金属軸部材の突起部係合用凹部を有し、かつ第1金属軸部材を塑性圧入して、第1金属軸部材の突起部とその近傍部のみ密着する第2金属軸部材とを備え、緊迫力と剪断力とにより第1金属軸部材と第2金属軸部材とを結合するようにしたので、金属軸同志の結合部分が高い回転トルクで機械的に強固な結合を有する複数の金属軸部材からなる回転軸およびその製造方法が得られた。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す回転軸を適用

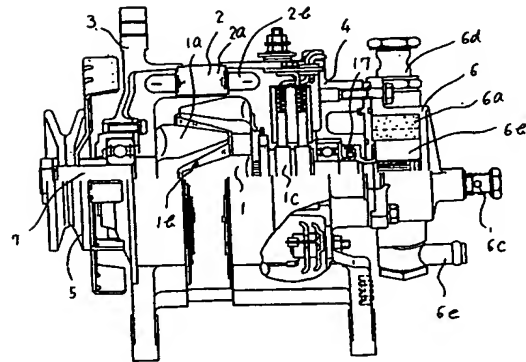
したディーゼルエンジン車用の交流発電機の一部断面図、第2図は第1図に示すディーゼルエンジン車用の交流発電機のうち真空ポンプ部のみ右側から見た側面図、第3図はディーゼルエンジン車用交流発電機の回転軸の平面図、第4図は第3図に示したディーゼルエンジン車用の回転軸の結合部分の拡大一部断面図、第5図はディーゼルエンジン車用の真空ポンプ駆動用回転軸の斜視図、第6図は第5図の回転軸の突起部の拡大斜視図、第7図は第5図の突起部の拡大説明図、第8図はディーゼルエンジン車用の回転軸の突起部周辺の結合状態を示す50倍拡大顕微鏡写真、第9図は同じく突起部周辺の結合状態を示す100倍拡大顕微鏡写真、第10図はディーゼルエンジン車用の回転軸の結合状態を示す拡大説明図、第11図は本発明のディーゼルエンジン車用回転軸の諸元を定めるための供試軸の一部断面説明図、第12図は圧入部材である軸の概略説明図、第13図は圧入部材である軸の突起角度(θ)をパラメータとしたときの回転トルク(T)の大きさおよび圧入

特開昭55-30536 (9)

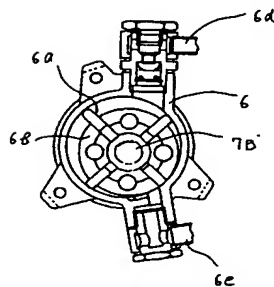
第 1 図

力 (P) の大きさを示す比較検討図、第 14 図は圧入部材である軸の突起数 (n) をパラメータとしたときの回転トルク (T) の大きさの比較検討図、第 15 図は圧入部材である軸の突起高さ (h) をパラメータとしたときの回転トルク (T) の大きさの比較検討図、第 16 図は本発明の他の実施例を示す回転軸を示す汎用インダクションモータの一部断面図、第 17 図は第 16 図に示した回転軸のうち圧入部材である軸の斜視図、第 18 図は本発明の他の実施例を示す回転軸の断面図である。
 7…回転軸、10…軸、10b…突起部、20…軸、20a…孔、30…回転軸、50…軸、50b…突起部、60…軸、60a…孔、70…軸、80…軸、81…突起、90…軸、90b…孔。

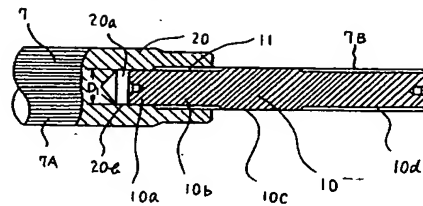
代理人 弁理士 高橋明夫
 弁理士



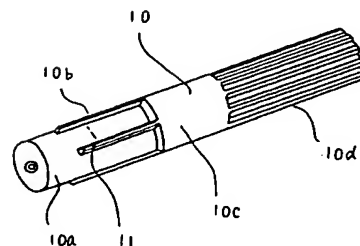
第 2 図



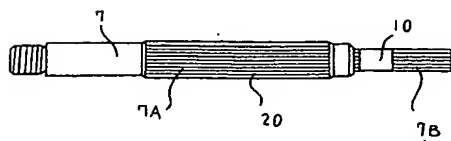
第 4 図



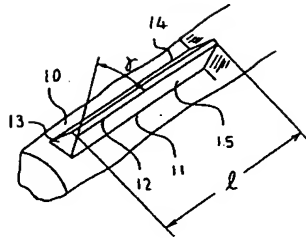
第 5 図



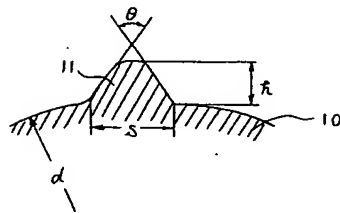
第 3 図



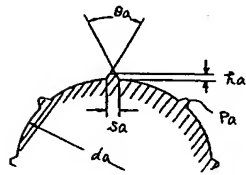
第 6 図



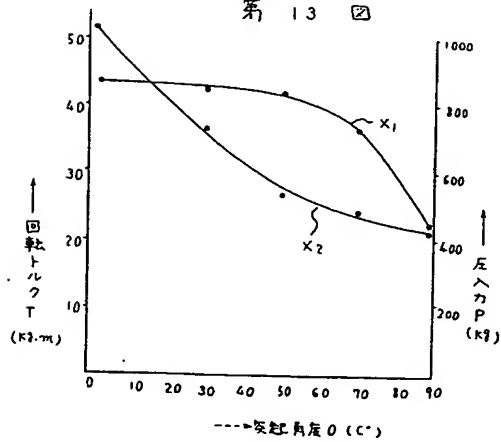
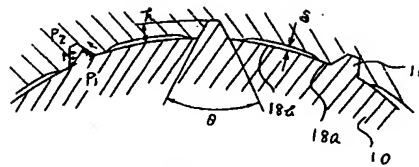
第 7 図



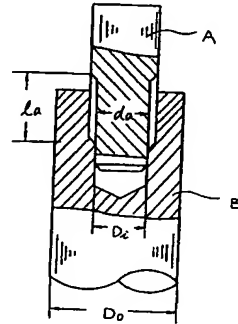
第 12 図



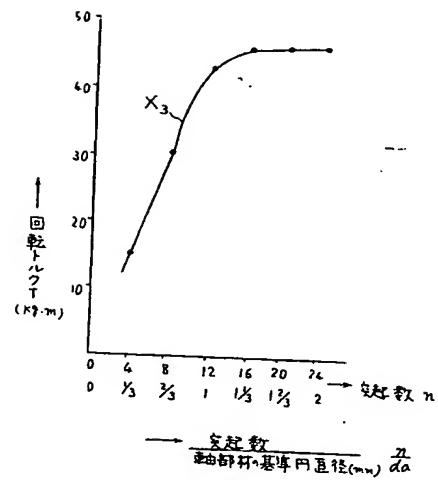
第 13 図

特開昭55-30536(10)
第 10 図

第 11 図

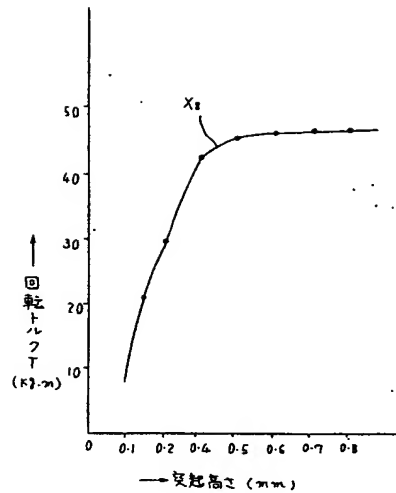


第 14 図

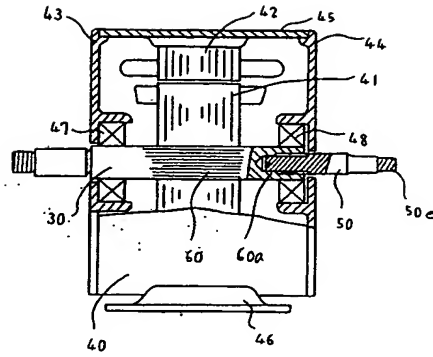


特開昭55-30536(11)

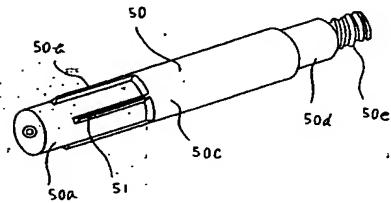
第 15 図



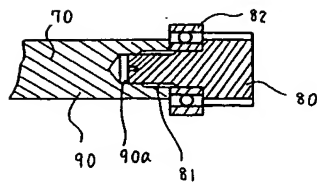
第 16 図



第 17 図



第 18 図



手続補正書(方式)

昭和53年12月14日

特許庁長官 熊谷 啓二 殿

事件の表示

昭和53年特許願第102904号

発明の名称 複数の金属軸部材からなる回転軸とその製造方法

補正をする者

事件との関係 特許出願人
名 株式会社 日立製作所

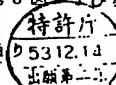
代理人

場 所 東京都千代田区九の内一丁目5番1号
株式会社 日立製作所内 電話 東京270-2111(大代表)
氏 名 弁護士 高橋 明

補正命令の日付 昭和53年11月28日

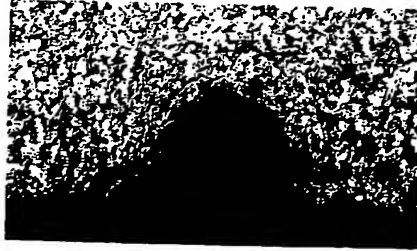
補正の対象 図面の第8図および第9図

補正の内容 別紙の通り



第 8 図

特開 昭55-30536(12)



第 9 図

